



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 22 039 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**G 01 N 25/00**

⑳ Aktenzeichen: 101 22 039.1  
㉔ Anmeldetag: 7. 5. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 14. 11. 2002

DE 101 22 039 A 1

㉑ Anmelder:  
Ruhrgas AG, 45138 Essen, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45128 Essen

㉓ Erfinder:  
Droste, Wilhelm, Dipl.-Ing., 58453 Witten, DE;  
Große Dalhaus, Johannes, Dipl.-Ing., 48249  
Dülmen, DE; Schollmeyer, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing.,  
46348 Raesfeld, DE

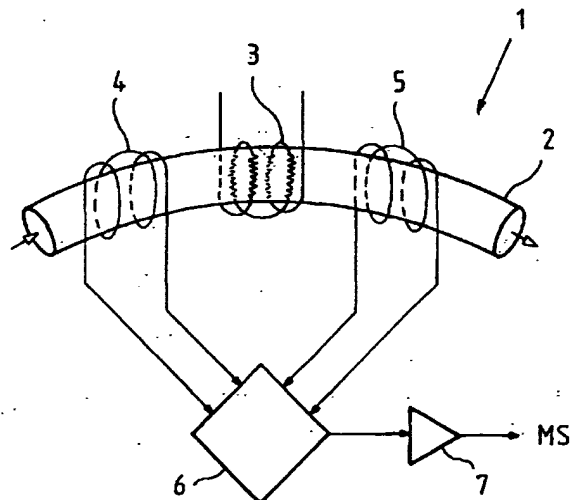
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	199 49 439 C1
DE	197 07 659 A1
DE	100 23 635 A1
DE	41 18 781 A1
DE	693 16 643 T2
US	42 46 773
EP	07 15 169 A1
EP	05 54 095 A2

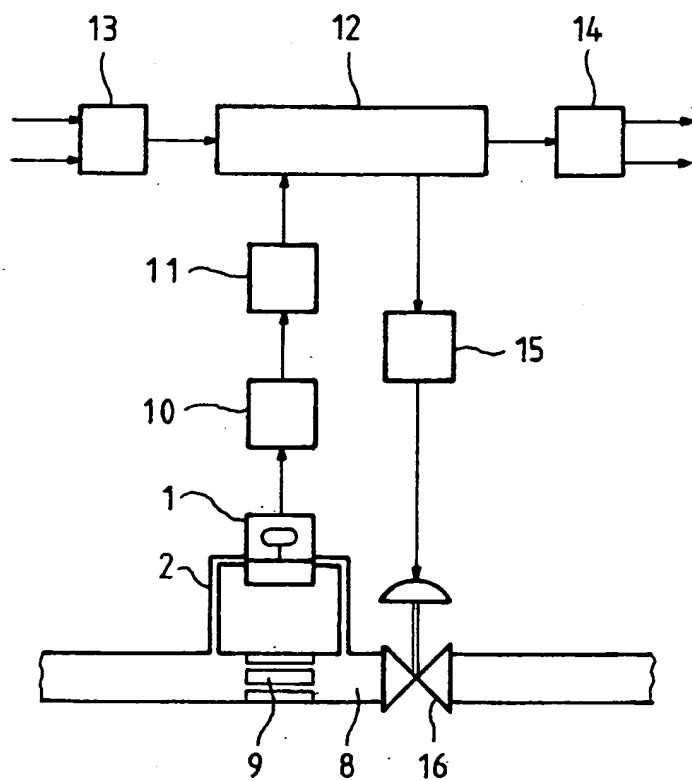
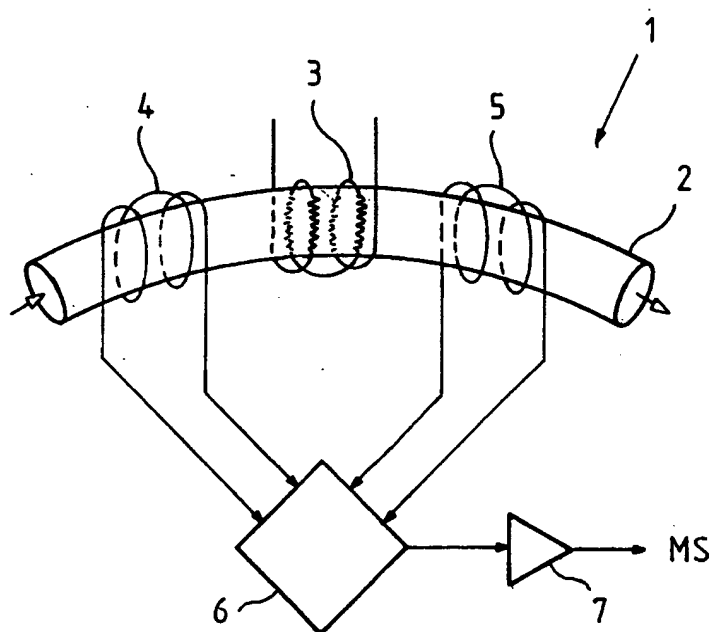
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen eines für die Beschaffenheit eines Gases repräsentativen Kennwertes

⑤⑦ Das Gas wird mit konstantem Volumenstrom durch eine Meßleitung (2) geführt und dort von einer Heizung (3) mit konstanter Leistung beheizt. Zwei Temperatursonden (4, 5) erfassen die Gastemperatur stromauf und stromab der Heizung. Die daraus abgeleitete Temperaturdifferenz ist proportional zur spezifischen Wärme des Gases und damit zur Gasbeschaffenheit. Aus einem entsprechenden Meßsignal MS wird unter Verwendung experimentell bestimmter Konstanten A und B der Brennwert  $H_o$  des Gases nach der Formel  $H_o = A \cdot MS - B$  errechnet.



DE 101 22 039 A 1



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen eines für die Beschaffenheit eines Gases repräsentativen Kennwertes, insbesondere zum verbrennungslosen Bestimmen eines Kennwertes von Erdgas.

[0002] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zuverlässiges und dabei sehr einfaches Verfahren sowie eine zugehörige Vorrichtung der vorstehend genannten Art zu schaffen.

[0003] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit dem eingangs genannten Verfahren dadurch, daß

- ein Strom des Gases durch eine Meßleitung geführt wird,
- der Volumenstrom des Gases konstant gehalten wird,
- das Gas in der Meßleitung stromab einer ersten und stromauf einer zweiten Temperaturmeßstelle beheizt wird,
- die Heizleistung konstant gehalten wird,
- die sich aus den Meßwerten der beiden Temperaturmeßstellen ergebende Temperaturdifferenz erfaßt wird,
- die Temperaturdifferenz in ein Meßsignal MS umgewandelt wird und
- der Kennwert KW aus der Formel  $KW = \pm A \cdot MS \pm B$  bestimmt wird, wobei A und B experimentell ermittelte Konstanten oder aus diesen abgeleitete Konstanten sind.

[0004] Hauptanwendungsgebiet der Erfindung ist die Verbrennungstechnik, und zwar vor allen Dingen unter Einsatz von Erdgas. Unter dem Gesichtspunkt sparsamer und umweltschonender Energienutzung wird es zunehmend wichtiger, die Verbrennungseinrichtungen mit sehr exakter Einstellung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses zu betreiben. Verwiesen sei zum Beispiel auf die Beheizung von Glaswannen, die Erzeugung von Schutzgas, den Betrieb von BHKW-Anlagen sowie den Einsatz einer Flamme als Werkzeug. Das Luft/Brennstoff-Verhältnis soll konstant bleiben, auch wenn sich die Eigenschaften des Brenngases ändern.

[0005] Die moderne Erdgasversorgung arbeitet mit einem Netz, das über eine Vielzahl von Einspeisestellen verfügt. An den einzelnen Einspeisestellen können Erdgase unterschiedlicher Beschaffenheit in das Netz eingeleitet werden. Der Verbraucher muß also in der Lage sein, Klarheit über die aktuelle Gasbeschaffenheit zu gewinnen. Schließlich hängt hiervon der für die Einstellung der Luftzahl benötigte Sauerstoffbedarf ab.

[0006] Die Erfindung schafft eine zuverlässige und dabei sehr einfache und dementsprechend kostengünstige Möglichkeit zur Erfassung der Gasbeschaffenheit, die darüber hinaus ansprechempfindlich ist und kontinuierlich durchgeführt werden kann.

[0007] Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Temperaturmeßstellen ist bei konstanter Heizleistung proportional zum Massefluß des Gases und dessen spezifischer Wärme. Hält man den Volumenstrom konstant, so ändert sich die Temperaturdifferenz in Abhängigkeit von Änderungen der spezifischen Wärme, wobei die Änderungen repräsentativ sind für Unterschiede in der Gasbeschaffenheit.

[0008] Mit dem aus der Temperaturdifferenz abgeleiteten Meßsignal MS läßt sich der Brennwert  $H_o$  des Gases nach einer sehr einfachen Beziehung ermitteln, nämlich nach der Formel  $H_o = A \cdot MS - B$ . Wertepaare für die beiden Konstanten können experimentell ohne weiteres festgelegt werden.

[0009] Bei einem bevorzugten, für Erdgas geltenden Wer-

tepaar beträgt  $A = 0,4902$  und  $B = 6,8763$ .

[0010] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, zur Bestimmung des Wobbe-Index und der Methanzahl für Erdgas die Konstanten A und B als gasartspezifische Konstanten aus dem Brennwert abzuleiten, wobei hierfür vorzugsweise die Regressionsgleichung zur Anwendung kommt.

[0011] So beträgt der Wobbe-Index für L-Gas  $W_o = 0,6334 \cdot MS - 9,3501$  und für H-Gas  $W_o = 0,1926 \cdot MS + 7,4439$ . Die Methanzahl für L-Gas beträgt  $MZ = -9,485 \cdot MS + 421,91$  und für H-Gas  $MZ = -6,0157 \cdot MS + 304,45$ .

[0012] Das Meßsignal wird vorzugsweise als Ausgangssignal einer die Temperaturdifferenz erfassenden Brückenschaltung gebildet und in einem Mikroprozessor verarbeitet.

[0013] Zur weiteren Erhöhung der Genauigkeit wird vorgeschlagen, die Schwankungen der Temperatur des durch die Meßleitung geführten Gasstroms zu kompensieren, um den Massefluß über die Konstanthaltung des Volumenstroms exakt konstant zu halten. Auch ist es vorteilhaft, das Meßsignal über ein Zeitfilter als Mittelwert zu bilden.

[0014] Eine besonders vorteilhafte Nutzbarmachung der Erfindung kennzeichnet sich dadurch, daß das Meßsignal zum Steuern eines gasverbrauchenden Prozesses, insbesondere eines Verbrennungsprozesses verwendet wird.

[0015] In Weiterbildung der Erfindung wird ferner vorgeschlagen, daß der durch die Meßleitung geführte Gasstrom stromauf eines Strömungswiderstandes aus einer Durchflußleitung entnommen und stromab des Strömungswiderstandes in die Durchflußleitung zurückgeführt wird. Die erforderliche Betriebsenergie wird also aus dem in der Durchflußleitung erzeugten Druckgefälle abgegriffen.

[0016] Dabei kann das Meßsignal zum Steuern eines in der Durchflußleitung vorzugsweise stromab des Strömungswiderstandes angeordneten Durchflußreglers verwendet werden. Dies dient zur direkten Steuerung eines der Meßstelle nachgeschalteten Prozesses.

[0017] Die Erfindung richtet sich ferner auf eine Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit

- einer Meßleitung für einen Strom des Gases,
- einer der Meßleitung zugeordneten Heizung,
- einer stromauf der Heizung angeordneten ersten Temperatursonde,
- einer stromab der Heizung angeordneten zweiten Temperatursonde,
- einem stromauf der ersten Temperatursonde angeordneten Druckregler und
- einer Einrichtung zum Auswerten der von den Temperatursonden gelieferten Meßwerte.

[0018] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0019] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

[0020] Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Meßgerät;

[0021] Fig. 2 in ebenfalls schematischer Darstellung die Einbindung des Meßgerätes nach Fig. 1 in eine Auswert- und Steuereinrichtung.

[0022] Das in Fig. 1 insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnete Meßgerät weist eine Meßleitung 2 auf, durch die ein Gasstrom hindurchgeführt wird. Ein nicht dargestellter Druckregler sorgt dafür, daß der Volumenstrom und damit in erster Näherung der Massefluß konstant bleibt.

[0023] Die Meßleitung 2 ist mit einer Heizung 3 versehen,

wobei die Heizung mit konstanter Heizleistung betrieben wird. Stromauf der Heizung 3 befindet sich eine erste Temperatursonde 4, während eine zweite Temperatursonde 5 stromab der Heizung 3 angeordnet ist. Die Meßwerte der Temperatursonden 4 und 5 werden einer Brückenschaltung 6 zugeführt, die über einen Verstärker 7 ein Meßsignal MS erzeugt. Das Meßsignal MS ist repräsentativ für die von den Temperatursonden gelieferte Temperaturdifferenz und, da die Heizleistung und der Massefluß konstant sind, proportional zur spezifischen Wärme des Gases und damit zu dessen Beschaffenheit.

[0024] Aus dem Meßsignal MS läßt sich unter Einsatz experimentell ermittelter Konstanten der Brennwert des Gases ermitteln. Aus dem Brennwert wiederum lassen sich der Wobbe-Index und die Methanzahl ableiten, und zwar wiederum bezogen auf das Meßsignal.

[0025] Fig. 2 zeigt eine Durchflußleitung 8, an die die Meßleitung 2 angeschlossen ist, und zwar als Bypassleitung unter Umgehung eines Strömungswiderstandes 9. Der aus der Durchflußleitung 8 abgezweigte und durch die Meßleitung 2 geführte Gasstrom kann also stromab des Strömungswiderstandes 9 in die Durchflußleitung 8 zurückgeführt werden.

[0026] Das Meßsignal MS wird vom Meßgerät 1 über einen A/D-Wandler 10 und einen Speicher 11 einem Mikroprozessor 12 zugeführt. Hier erfolgt die Ermittlung der gewünschten Kennwerte Brennwert, Wobbe-Index und Methanzahl.

[0027] Ein weiterer A/D-Wandler 13 läßt die Eingabe von Sollwerten zu, und ein D/A-Wandler 14 sorgt für die Ausgabe von Anzeige- und gegebenenfalls Alarmsignalen.

[0028] Ein weiterer Ausgang des Mikroprozessors 12 ist an eine Steuereinrichtung 15 angeschlossen, die auf ein Ventil 16 in der Durchflußleitung 8 einwirkt. Der Durchfluß durch die Durchflußleitung 8 kann also direkt in Abhängigkeit von der Gasbeschaffenheit gesteuert werden.

[0029] Im Rahmen der Erfindung sind durchaus Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. So kann das Meßsignal MS direkt an eine Steuereinrichtung angelegt werden, um eine gasbeschaffenheitsabhängige Prozeßsteuerung zu bewirken.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines für die Beschaffenheit eines Gases repräsentativen Kennwertes, insbesondere zum verbrennungslosen Bestimmen eines Kennwertes von Erdgas, wobei ein Strom des Gases durch eine Meßleitung geführt wird, der Volumenstrom des Gasstroms konstant gehalten wird, das Gas in der Meßleitung stromab einer ersten und stromauf einer zweiten Temperaturmeßstelle beheizt wird, die Heizleistung konstant gehalten wird, die sich aus den Meßwerten der beiden Temperaturmeßstellen ergebende Temperaturdifferenz erfaßt wird, die erfaßte Temperaturdifferenz in ein Meßsignal MS umgewandelt wird und der Kennwert KW aus der Formel  $KW = \pm A \cdot MS \pm B$  bestimmt wird, wobei A und B experimentell ermittelte Konstanten oder von diesen abgeleitete Konstanten sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für Erdgas der Brennwert  $H_o$  aus der Formel  $H_o = A \cdot MS - B$  bestimmt wird, wobei die experimentell ermittelten Konstanten  $A = 0,4902$  und  $B = 6,8763$  betragen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Wobbe-Index und der Methanzahl für Erdgas die Konstanten A und B als gasartspezifische Konstanten aus dem Brennwert abgeleitet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wobbe-Index für L-Gas  $W_o = 0,6334 \cdot MS - 9,3501$  und für H-Gas  $W_o = 0,1926 \cdot MS + 7,4493$  ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Methanzahl für L-Gas  $MZ = -9,485 MS + 421,91$  und für H-Gas  $MZ = -6,0157 \cdot MS + 304,45$  ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal als Ausgangssignal einer die Temperaturdifferenz erfassenden Brückenschaltung gebildet und in einem Mikroprozessor verarbeitet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Schwankungen der Temperatur des durch die Meßleitung geführten Gasstroms kompensiert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal über ein Zeitfilter als Mittelwert gebildet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal zum Steuern eines gasverbrauchenden Prozesses, insbesondere eines Verbrennungsprozesses verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Meßleitung geführte Gasstrom stromauf eines Strömungswiderstandes aus einer Durchflußleitung entnommen und stromab des Strömungswiderstandes in die Durchflußleitung zurückgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal zum Steuern eines in der Durchflußleitung vorzugsweise stromab des Strömungswiderstandes angeordneten Durchflußreglers verwendet wird.

12. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einer Meßleitung (2) für einen Strom des Gases, einer der Meßleitung (2) zugeordneten Heizung (3), einer stromauf der Heizung (3) angeordneten ersten Temperatursonde (4), einer stromab der Heizung (3) angeordneten zweiten Temperatursonde (5), einem stromauf der ersten Temperatursonde angeordneten Druckregler und einer Einrichtung zum Auswerten der von den Temperatursonden gelieferten Meßwerte.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte-Einrichtung eine Brückenschaltung (6) zum Vergleich der von den Temperatursonden (4, 5) gelieferten Signale sowie einen an die Brückenschaltung angeschlossenen Rechner (12) aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte-Einrichtung Mittel zum Kompensieren von Schwankungen der Gastemperatur aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen